



# 功能性油脂

吴时敏 主编

GONGNENGXING YOUZHI



中国轻工业出版社

# 功能性油脂

吴时敏 主编

 中国轻工业出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

功能性油脂/吴时敏主编.—北京:中国轻工业出版社,2001.4

ISBN 7-5019-3049-X

I. 功… II. 吴… III. 油脂, 功能性  
IV. TQ641

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 81564 号

责任编辑: 鲁莉蓉      责任终审: 滕炎福      封面设计: 赵小云  
版式设计: 刘 静      责任校对: 燕 杰      责任监印: 胡 兵

\*

出版发行: 中国轻工业出版社(北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

联系电话: 010-65241695

印 刷: 北京市卫顺印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2001年4月第1版      2001年4月第1次印刷

开 本: 850×1168 1/32      印张: 16

字 数: 401千字      印数: 1—3000

书 号: ISBN 7-5019-3049-X/TS·1846      定价: 40.00元

·如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换·

## 内 容 提 要

本书作为第一本系统论述功能性油脂的专著，简要综述了油脂的功能、性质、制取及深加工方法，油脂工业高新工程技术及油脂的生物技术；详细探讨了油脂功能的脂质分子基础，阐述了功能性脂肪酸、天然维生素 E、植物甾醇、磷脂、二十八烷醇、谷维素、棉酚、角鲨烯等的结构、性质、来源、生理功能及应用；在前述基础上，对功能性动物油脂（水生动物油脂、昆虫油脂）、功能性植物油脂、微生物油脂和重构脂质进行了全面介绍。全书分三篇共十六章，内容紧密结合当前油脂科学与相关学科的最新进展，以资源、功能、应用、制取为主线，在阐述当前研究成果与技术现状的同时，反映了发展态势与开发前景。

本书适合于相关科研院所师生及油脂、食品、医药、化学等行业的科技人员和决策者参考，也可供与脂质研究开发密切关联的生命科学、医学、化学、农学、昆虫学、水产学、微生物学等科技工作者参考。

# 前 言

本书是在人们日益关注自身健康、科学界正力求从分子水平上揭示或明晰天然产物中有重要生理功能的因子、国家“十·五”规划将特别重视农产品深加工增值技术研究，以及油脂工业亟需改变产品初级单一格局、充分利用资源、发展高技术产品以提高综合效益的大背景下拟着手撰写的。

近十年来，在现代生物技术、高新工程技术、仪器分析技术及生命科学系统研究方法等的大力推动下，全球油脂工业和脂质研究取得了前所未有的进展，人们对油脂的认识亦得以进一步深化和拓展。油脂工业因精炼能力大幅度提高，应势而生的大量副产物中蕴含着已为科学界确认的功能性脂质成分；同时，各种新的功能性油脂资源不断被发掘；油脂及其组分的生理功能乃至对人类基因表达影响的研究成果也使脂质改性、油料基因工程成为生命科学与油脂工程研究的热点。为此，有必要紧密联系油脂资源科学、生命科学、食品科学与工程等领域的研究进展，反映当前油脂科学理论与实践关于功能性脂质的研究成果、生产技术与发展态势。于是，笔者应中国轻工业出版社之约，提出了全书撰写计划与纲要，并特邀王兴国博士（无锡轻工大学）和周祥山博士（华东理工大学）参与编著工作。

全书分工是：第七章、第八章由王兴国完成；第十五章由周祥山撰写；其余章节及全书的统稿均由吴时敏编著完成。

作为第一本系统论述油脂及功能性脂质分子研究开发的专著，本书侧重于科技开发与应用。在参阅了大量文献、多方收集信息与征询意见之后进行撰写的同时，全书也融合反映了我们在硕士或博士学位攻读期间及工作过程中的实践研究成果。本书首

先简要介绍油脂的特性、制取、深加工、油脂工业高新技术及油脂生物技术，接着详细探讨了油脂功能的脂质分子基础，阐述了这些脂质分子的性质、功能、应用、制取及分析方法，最后介绍了功能性油脂制品，即功能性动物油脂（包括水生动物油脂和昆虫油脂）、功能性植物油脂、微生物油脂及重构脂质。

全书特别考虑结合我国资源特点与生产现状，譬如，在介绍功能性油脂制品时，突出体现我国特有油脂资源或大面积种植的油料资源，并强调资源利用与环境保护。书中有少数内容（其中主要在第一篇）对于长期从事油脂科学与工程研究的工作者来说，可能略显啰嗦或多余，但将其简要作一综述的考虑是基于三点：①反映油脂科学与工程领域（包括交叉学科领域）的最新研究成果与进展；②有利于相关学科或准备从事相关课题研究工作及技术开发、并且与脂质有密切关联的读者能较快地了解或熟悉油脂科学与工程领域的相关知识、研究方法和技术手段。③适应高校教学改革需要。在全国高校中开设有油脂工程专业的本来就寥寥无几，加之该专业在新的学科改革中已完全划归入食品科学与工程，油脂工程专业的相关课程已被大量删减或成为选修，或归入到研究生教学计划，本书的安排有利于学有余力的高年级学生读者在接触本书时能尽快进入角色。另外，有一点需强调的是，本书在介绍功能性脂质分子的提取时，多是先阐述方法，后介绍一些实例。笔者以为，前者是进行研究工作和创新的基础，后者则仅供参考、借鉴之用，由于专利、技术、产权等方面的原因，有些实例并未给出详细的操作条件，特此提请读者在实际工作中加以注意。

本书虽以油脂为主体，但跨越交叉到食品科学、医学、药理学、植物学、昆虫学、水产学、微生物学、化学工程学及生命科学等领域，所以有许多内容是多学科交叉融合的展现，也正因此，编者在现有条件下尽了最大努力，包括大多数参考文献取自近五年的研究报道，多方请教相关领域专家，编著过程中的反复

修正、补充乃至重新组织等等。尽管如此，因水平和能力有限，加之成书匆促，在定稿付印过程中一些新的研究进展与技术成果憾不能反映其中，有的地方还欠完善（如微生物油脂的制取尚未加以介绍），而且，书中肯定存在诸多不足乃至错误。除恳请读者谅解外，还热盼大力斧正，不吝赐教（来函请寄：430070 华中农业大学食品科技系 吴时敏）。

本书的出版若能成为欲从事或正从事相关领域学习、研究和开发的科技工作者或决策者活跃和开阔思路、进行切实参考与借鉴的平台，若能在推动我国油脂、医药、食品、化学工业及与油脂科学交叉的农业、生命科学在高科技领域的发展，特别是对油脂工业多元化深度开发与认识进程中起绵薄之力，便是我们最大的欣慰。

本书第十六章经国家食品化学方向博士生导师谢笔钧教授审定，其余均由国家油脂科学与工程方向博士生导师裘爱泳教授审定，对她们在异常繁重、忙碌的科研、教学等工作中不辞劳苦的审读及自始至终对本书的进展给予的热情关心和指导、提出宝贵建议或修改意见，学生特在此表示最诚挚的敬意和感谢！

此外，对华中农业大学食品科技系、教务处、科研处给予的支持及无锡轻工大学提供的方便，陈大淦、史贤明、张家年、刘大川、苏望懿、华聘聘等专家教授的指点，诸多领导、校友、同事和学生的鼓励与帮助，特在此一并致谢。同时，更感谢我的父母，没有他们的默默关心、理解和支持，本书的问世也是绝对不可能的。

**吴时敏**

# 目 录

## 第一篇 油脂概论

<b>第一章 食用油脂简介</b> .....	1
<b>第一节 油脂的生理功能</b> .....	1
一、贮存与释放能量 .....	1
二、提供必需脂肪酸 .....	2
三、作为机体结构成分 .....	3
四、其它功能 .....	3
<b>第二节 膳食油脂与健康</b> .....	4
<b>第三节 食用油脂的现状与发展方向</b> .....	9
<b>第二章 油脂的特性</b> .....	12
<b>第一节 油脂的组成</b> .....	12
一、甘油三酯.....	12
二、脂肪酸 .....	14
<b>第二节 油脂的物理性质与研究进展</b> .....	16
一、同质多晶现象.....	16
二、结晶过程.....	19
三、固体脂肪含量 (SFC) 和固体脂肪指数 (SFI) .....	19
四、讨论与展望 .....	21
<b>第三节 油脂的化学特性值及其意义</b> .....	22
一、酸值.....	22
二、皂化值和碘值.....	23
三、不皂化物.....	24
四、过氧化值、羰基值及油脂稳定度 .....	25
<b>第三章 油脂的制取</b> .....	27



第一节 油料的预处理 .....	27
一、植物油料的挤压膨化预处理 .....	28
二、植物油料的酶预处理 .....	31
第二节 常用取油方法 .....	34
一、热制 .....	34
二、压榨 .....	35
三、水代 .....	35
四、浸出 .....	35
第三节 油脂的精炼 .....	36
一、毛油的预清理 .....	37
二、脱胶 .....	37
三、脱酸 .....	38
四、脱色 .....	39
五、脱臭 .....	40
六、脱蜡 .....	41
第四节 油脂的深加工 .....	41
一、分提 .....	42
二、氢化 .....	43
三、酯交换 .....	44
四、油脂的调和 .....	44
五、油脂的粉末化 .....	45
第五节 油脂工业的高新技术 .....	46
一、超临界流体技术 .....	46
二、膜分离技术 .....	54
三、分子蒸馏技术 .....	57
四、超声波技术 .....	57
五、微波和远红外技术 .....	58
六、胶囊化技术 .....	60
第六节 生物技术与油脂 .....	61
一、基因工程 .....	62
二、细胞工程 .....	65

三、酶工程.....	67
四、发酵工程 .....	71
参考文献 .....	73

## 第二篇 油脂中的功能性成分

第四章 功能性脂肪酸 .....	77
第一节 脂肪酸概述 .....	77
一、脂肪酸的命名与分类.....	77
二、脂肪酸的理化性质简介.....	81
三、膳食脂肪酸(外源性脂肪酸)的吸收和代谢.....	81
四、膳食脂肪酸及其摄入平衡 .....	82
第二节 功能性脂肪酸的生理功能 .....	90
一、多不饱和脂肪酸.....	90
二、中链脂肪酸 .....	108
三、其它功能性脂肪酸 .....	109
第三节 功能性脂肪酸的来源 .....	111
一、必需脂肪酸 .....	111
二、 $\gamma$ -亚麻酸 .....	112
三、二高- $\gamma$ -亚麻酸和花生四烯酸 .....	114
四、DHA 和 EPA .....	115
五、其它功能性脂肪酸 .....	116
第四节 功能性脂肪酸的应用 .....	117
一、DHA 和 EPA .....	117
二、其它功能性脂肪酸 .....	118
三、功能性多不饱和脂肪酸应用注意事项.....	120
第五节 多不饱和脂肪酸的提取纯化 .....	120
一、脂肪酸的分离制备方法 .....	121
二、多不饱和脂肪酸的提取纯化实例 .....	123
第六节 多不饱和脂肪酸的分析 .....	127
一、脂肪酸分析进展 .....	127
二、多不饱和脂肪酸的分析方法举例 .....	131

参考文献	131
<b>第五章 天然维生素 E</b>	<b>135</b>
第一节 维生素 E 的定义、结构和性质	135
一、维生素 E 的定义与结构	135
二、维生素 E 的性质	137
第二节 天然维生素 E 的来源	139
第三节 维生素 E 的功能、应用及开发前景	142
一、维生素 E 的生理功能	142
二、维生素 E 的应用	149
三、维生素 E 的开发前景	155
第四节 天然维生素 E 的提取分离技术	156
一、小麦胚芽油中天然维生素 E 的提取	157
二、油脚和皂脚中天然维生素 E 的提取	158
三、油脂脱臭馏出物中天然维生素 E 的提取	158
四、天然维生素 E 的提取浓缩实例	168
五、天然维生素 E 制品制备技术与发展趋势	170
第五节 天然维生素 E 的分析方法	173
参考文献	175
<b>第六章 植物甾醇</b>	<b>178</b>
第一节 甾醇的存在、结构与分类	178
第二节 甾醇的理化性质	180
第三节 植物甾醇的来源与特性	182
一、植物甾醇的来源	182
二、植物油中甾醇的种类、组成与特性	184
第四节 植物甾醇的生理功能及其应用	187
一、植物甾醇的生理功能	187
二、植物甾醇的应用	190
第五节 植物甾醇的提取分离技术	194
一、从油脂下脚料中提取植物甾醇的方法	195
二、关于皂化与酯化	196

三、植物甾醇的精制 .....	198
四、植物甾醇的提取分离实例 .....	206
五、植物甾醇中各组分的分离与精制 .....	209
第六节 植物甾醇的鉴定及分离分析 .....	210
一、植物甾醇的定性鉴定 .....	210
二、植物甾醇的定量分析 .....	213
三、植物甾醇制品质量的简易分析 .....	216
第七节 植物甾醇制品及其生产工艺流程设计图例 .....	218
一、植物甾醇制品概述 .....	218
二、植物甾醇生产工艺流程简图 .....	219
参考文献 .....	222
<b>第七章 磷脂</b> .....	<b>225</b>
第一节 磷脂的来源 .....	225
一、人、动物体中的磷脂 .....	225
二、植物的磷脂 .....	228
第二节 磷脂的定义、分类、结构、组成及理化性质 .....	233
一、磷脂的定义 .....	233
二、商品大豆磷脂产品的分类 .....	233
三、磷脂的结构 .....	235
四、磷脂的组成 .....	237
五、磷脂的理化性质 .....	238
第三节 磷脂的制取、分提和纯化 .....	242
一、粗磷脂的制取 .....	242
二、精制磷脂的生产 .....	247
第四节 磷脂产品的功能及其应用 .....	252
一、磷脂产品的功能 .....	252
二、磷脂在食品中的应用 .....	256
三、磷脂在动物饲料与其它工业中的应用 .....	261
第五节 展望 .....	269
参考文献 .....	269
<b>第八章 二十八烷醇</b> .....	<b>271</b>

第一节 二十八烷醇的理化性质 .....	272
一、二十八烷醇的物理性质 .....	272
二、二十八烷醇的化学性质 .....	273
第二节 二十八烷醇的存在 .....	275
一、动物体中二十八烷醇的分布 .....	275
二、植物中的蜡与脂肪醇分布 .....	277
第三节 二十八烷醇的生理功能及其应用 .....	281
一、二十八烷醇的生理功能 .....	281
二、二十八烷醇的应用 .....	288
第四节 二十八烷醇的制备 .....	290
第五节 展望 .....	292
参考文献 .....	293
<b>第九章 谷维素</b> .....	295
第一节 谷维素的组成和性质 .....	295
一、谷维素的组成 .....	295
二、谷维素的理化性质 .....	297
第二节 谷维素的生理功能及其应用 .....	301
一、谷维素的生理功能 .....	301
二、谷维素的应用 .....	302
第三节 谷维素的提取与分析 .....	305
一、制取谷维素的原料 .....	305
二、谷维素的提取方法 .....	306
三、谷维素的提取分离实例 .....	308
四、谷维素的分析 .....	310
参考文献 .....	312
<b>第十章 棉酚</b> .....	313
第一节 棉酚的结构与性质 .....	313
一、棉酚的结构 .....	313
二、棉酚的理化性质 .....	314
第二节 棉酚的功能及其应用 .....	316

一、棉酚的安全性 .....	316
二、棉酚的功能及其应用 .....	317
第三节 棉酚的制取与分析 .....	319
一、提取棉酚的原料 .....	319
二、棉酚的制取 .....	319
三、棉酚的分析 .....	323
参考文献 .....	325
<b>第十一章 角鲨烯</b> .....	<b>326</b>
第一节 角鲨烯的存在、结构与性质 .....	326
一、角鲨烯的存在 .....	326
二、角鲨烯的结构与性质 .....	327
第二节 角鲨烯的功能及其应用 .....	328
第三节 角鲨烯的提取与分析 .....	329
参考文献 .....	331

## 第三篇 功能性油脂

<b>第十二章 水生动动物油脂</b> .....	<b>332</b>
第一节 原料概述 .....	332
一、水生动物的脂质特点 .....	333
二、水生动物的脂质含量 .....	334
第二节 水生动动物油脂的组成 .....	337
一、普通鱼油甘油三酯 .....	337
二、鱼油蜡酯和甘油醚 .....	345
三、海生哺乳动物油脂组成 .....	346
四、鲨鱼肝油和其它鱼肝油组成 .....	348
第三节 水生动动物油脂的典型功能性成分 .....	350
一、EPA 和 DHA .....	350
二、脂溶性维生素 .....	354
三、其它成分 .....	358
第四节 水生动动物油脂的提取与精制 .....	359

一、水生动物油脂的提取方法 .....	359
二、水生动物油脂的精制 .....	363
三、鱼油精制的难度与解决办法 .....	365
第五节 水生动物油脂产品及其应用 .....	366
一、鱼肝油 .....	366
二、普通鱼油 .....	366
三、水生哺乳动物油脂 .....	367
参考文献 .....	368
<b>第十三章 昆虫油脂</b> .....	<b>371</b>
第一节 昆虫脂质概述 .....	371
一、昆虫的脂质含量及其特点 .....	372
二、昆虫脂质开发的意义与前景 .....	374
第二节 昆虫的功能性脂质成分 .....	376
一、昆虫油脂的脂肪酸组成与功能性脂肪酸 .....	376
二、脂溶性维生素 .....	377
三、白蜡与斑蝥素 .....	378
四、其它脂质 .....	380
第三节 昆虫油脂及其功能性脂质的提取 .....	381
一、昆虫油脂的提取 .....	381
二、白蜡的加工和斑蝥素的提取 .....	381
参考文献 .....	382
<b>第十四章 功能性植物油脂</b> .....	<b>383</b>
第一节 功能性谷物油脂 .....	384
一、米糠油 .....	384
二、玉米胚芽油 .....	390
三、小麦胚芽油 .....	396
四、其它谷物油脂 .....	398
第二节 高 $\gamma$ -亚麻酸植物油脂 .....	399
一、月见草油 .....	399
二、黑加仑籽油 .....	401
三、其它高 $\gamma$ -亚麻酸植物油脂 .....	403

第三节 高 $\alpha$ -亚麻酸植物油脂	405
一、紫苏油	405
二、沙棘籽油	407
三、其它高 $\alpha$ 亚麻酸植物油脂	413
第四节 高亚油酸植物油脂	414
一、葵花籽油	414
二、红花籽油	418
三、葡萄籽油	423
四、其它高亚油酸植物油脂	426
第五节 其它功能性植物油脂	427
参考文献	428
<b>第十五章 微生物油脂</b>	<b>434</b>
第一节 概述	434
第二节 微生物合成油脂的生物化学机理	436
一、微生物中脂质合成的准备阶段——细胞质中乙酰辅酶A的生成	436
二、软脂酸的合成	439
三、不饱和脂肪酸的合成	440
四、甘油三酯的形成	441
第三节 微生物生产油脂的培养过程	443
第四节 产油脂微生物及其脂质特征	445
一、高产油脂微生物简介	445
二、酵母	449
三、霉菌	457
四、微藻	463
五、细菌	466
六、微生物生产的其它脂质	468
参考文献	472
<b>第十六章 重构脂质</b>	<b>473</b>
第一节 重构脂质概述	473
一、重构脂质的定义	473



---

二、重构脂质的理论基础·····	474
第二节 重构脂质的生理功能与应用·····	475
一、重构脂质的代谢·····	475
二、重构脂质的生理功能与应用·····	476
三、重构脂质的安全性与发展前景·····	478
第三节 重构脂质的制取·····	479
一、生产重构脂质的原料·····	479
二、重构脂质的合成·····	480
三、重构脂质的商业产品实例·····	488
第四节 重构脂质的分析·····	490
一、重构脂质的甘油三酯组成分析·····	490
二、重构脂质的立体专一分析·····	491
参考文献·····	492